

THESIS

MUNICH

1963

**Über den Einfluß des intrathorakalen
Druckes und der Körperlage
auf den Belastungsvenendruck**

Helga Richter

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DER MEDIZINISCHEN POLIKLINIK
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor: Prof. Dr. W. Seitz

**Über den Einfluß des intrathorakalen
Druckes und der Körperlage
auf den Belastungsvenendruck**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwigs-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Helga Richter

Krefeld

München 1963

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. N. ZÖLLNER
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. W. SEITZ
Dekan:	Prof. Dr. A. HERRMANN

Tag der mündlichen Prüfung: 8.7.1963

MEINEN LIEBEN ELTERN
IN DANKBARKEIT GEWIDMET

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINFÜHRUNG	7
METHODIK	9
ERGEBNISSE	11
I. Gleichzeitige Messungen des peripheren Ve- nendruckes und des Oesophagusdruckes	11
II. Vergleichende Messungen in Seiten- und Rück- kenlage	14
III. Messungen zum Vergleich klinisch unterschied- licher Gruppen	17
DISKUSSION	18
ZUSAMMENFASSUNG	19
LITERATURVERZEICHNIS	20

EINFÜHRUNG

Versuche einer Venendruckbestimmung wurden bereits einige Jahre nach der Jahrhundertwende unternommen (FREY 3 , v. BASCH 1 , GÄRTNER 5 und v. RECKLINGHAUSEN 14), doch dürfte die erste wirklich exakte Methode, die damit die Grundlage für alle weiteren Untersuchungen auf diesem Gebiete geworden ist, die von MORITZ und TABORA 12 sein, die im Jahre 1910 erstmalig veröffentlicht wurde. Diese Autoren bestimmten den Venendruck mit Hilfe einer in die Vena cubitalis eingelegten Kanüle, die ihrerseits durch ein Querstück mit einem mit physiologischer Kochsalzlösung oder einer Lösung von 1 g Chinosol in 2 000 ccm steriler Ringerlösung gefüllten Manometersteigrohr in Verbindung stand. BEDFORD und WRIGHT 2 fanden diese Methode zu umständlich und bestimmten den Venendruck gegen Luft mit Hilfe des Claude'schen Aneroidmanometers, mit dem auch vorher schon VILLARET, ST. GIRONS und GRELLETY-BOSVIEL 17 untersucht hatten. Diese Methode hat den Vorteil, dass das Manometer frei transportiert werden kann. Sie hat aber auch Nachteile: So erlaubt sie z. B. keine längere Untersuchungsdauer, da sonst das Blut, dessen Druck ja direkt gegen Luft bestimmt wird, gerinnen würde. Deshalb wurde wohl auch am häufigsten die Methode von MORITZ und TABORA 12 angewandt.

Der Venendruck interessiert vor allem bei Untersuchungen, die den Zusammenhang zwischen Veränderungen des Plasmavolumens und des Venendruckes bei der Oedembildung zum Inhalt haben. Der Anstieg des zentralen Venendruckes stellt nämlich immer eines der wichtigsten Kriterien für eine Insuffizienz des rechten Ventrikels dar, und zwar unabhängig davon, ob man die Theorie des "forward failure" oder die des "backward failure" annimmt. Die Verfechter des "forward failure" stellen sich die Oedemtheorie so vor, dass bei Insuffizienz des rechten Ventrikels primär eine Minderdurchblutung der Organe eintritt, die durch eine Neuverteilung des Blutes zu einer besonders schlechten Nierendurchblutung mit dem sekundären Ergebnis einer Salz-Wasser-Retention führt. Erst dann kommt es zur Venendruckerhöhung und zu Oedemen. Nach der Theorie des "backward failure" dagegen ist die passive Rückstauung mit Druckanstieg in den Venen als das Primäre anzusehen. Erst die daraus resultierende Transsudation bewirkt reaktiv eine Salz-Wasser-Retention.

Nun erwiesen sich aber die Messwerte des peripheren Venendruckes, mit denen der zentrale mittelbar bestimmt werden sollte, solange sie in Ruhe gemessen wurden, als wenig brauchbar (LANDIS und HORTENSTINE 11 u. a.).

Dies beruht in erster Linie darauf, dass der Druckgradient zwischen dem peripheren und dem zentralen Venendruck beträchtlich schwankt.

Bei einem Anstieg des zentralen Venendruckes wird der Druckgradient zunächst sehr klein, bis dann später auch der periphere Venendruck ansteigt. Jedenfalls stellte sich in den zahlreichen Arbeiten, die sich mit dem Ruhevenendruck beschäftigten, heraus, dass der Ruhevenendruck keine eindeutige Verbindung mit dem Grad der Herzinsuffizienz eines Patienten aufweist, und es war zu fragen, ob die Messungen des Belastungsvenendruckes weiterhelfen können.

Die ersten Venendruckmessungen bei Belastung wurden bereits im Jahre 1912 von SCHOTT 15 ausgeführt. Er stellte fest, dass der Venendruck bei Herzinsuffizienten unter Belastung stark ansteigt, und bestimmte auch schon die Zeit, die verstrich, bis der Venendruck zum Ruhewert zurückkehrte. Die meisten Untersucher, die nach ihm den Belastungsvenendruck bestimmten, belasteten durch Kniebeugen, was einen Wechsel der Körperlage und einen Zeitverlust zwischen Ende der Belastung und erneuter Messung im Liegen zur Folge hatte. Dem Abfall des während Belastung erhöhten Venendruckes zum Ruhewert in der Erholungsphase wurde ausser von SCHOTT 15 nur von wenigen, so von HULTGREN 8, SZEKELY 16 und NIEUWENHUIZEN 13, grössere Beachtung geschenkt. KÖNIG und ZÖLLNER 10 stellten dann genauer die Kriterien dieses Abfalles bei Insuffizienten und Suffizienten fest. In der Abfallrate ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen Suffizienten und Insuffizienten. Für diagnostische Zwecke konnte gefunden werden, dass der Halbminutenwert (das ist die noch verbleibende Erhöhung des Venendruckes über den Ruhewert 1/2 Minute nach Ende der Belastung) bei 2/3 aller Patienten mit Herzinsuffizienz über 15 mm und bei allen Suffizienten unter 15 mm Wasser liegt. Die Untersuchung bei Belastung hat zudem den Vorteil, dass bereits eine latente Rechtsinsuffizienz des Herzens erfasst werden kann.

Es erschien nun wichtig zu prüfen, ob diese Abfallrate durch Veränderungen des intrathorakalen Druckes mitverursacht ist. Unter Belastung tritt ja in der Regel eine Beschleunigung und Vertiefung der Atmung ein. Bei den meisten älteren Patienten besteht zudem häufig ein Lungenemphysem, bei Herzinsuffizienten eine cardiale Dyspnoe, die unter Belastung zunimmt. Aus diesem Grunde sollte in vorliegender Arbeit zusätzlich zum Venendruck auch der intraoesophageale Druck bei Belastungsversuchen fortlaufend registriert werden.

Ausserdem sollte ebenfalls bei Suffizienten und Insuffizienten der Belastungsvenendruck nach der Methode von GAUER und SIEKER 6 gemessen werden. Diese Autoren haben die Ungenauigkeit der Bestimmung des Ruhevenendruckes dadurch beseitigt, dass sie die Versuchsperson in eine flache rechte

Seitenlage bringen und den Druck in einer Cubitalvene des herabhängenden rechten Armes messen. Durch diese Anordnung wird erreicht, dass vom rechten Vorhof bis in die periphere Vene eine durchgehende Flüssigkeitssäule entsteht und man bei Einstellung des Druckelementes auf Vorhofhöhe den echten zentralen Venendruck messen kann. Das rein technische Problem war dabei, dass geprüft werden musste, ob in dieser Seitenlage eine Belastung durch Treten möglich ist. Im positiven Falle sollte an der gleichen Versuchsperson unmittelbar hintereinander der Venendruck in Rücken- und Seitenlage gemessen und die jeweiligen Abfallskurven miteinander verglichen werden.

METHODIK

Zur Untersuchung gelangten drei Personengruppen: einmal eine Gruppe von jungen herzgesunden Personen, dann eine solche von Personen mit fraglicher Herzinsuffizienz sowie eine Gruppe von Patienten, die eine klinisch manifeste Rechtsinsuffizienz des Herzens aufwiesen. Mehrere Patienten dieser letzten Gruppe wurden nach sechswöchiger Digitalisierung nochmals untersucht. Die Untersuchung wurde teils in Rückenlage, also der gleichen Anordnung, wie sie schon MORITZ und TABORA 12 beschrieben haben, teils in Seitenlage nach der Methode von GAUER und SIEKER 6 durchgeführt.

Bei der Untersuchung in Rückenlage wurde der Patient flach horizontal (Herzinsuffiziente mit leicht erhöhtem Oberkörper) gelagert. Die Schultern wurden durch Schulterstützen fixiert, so dass der Patient während der Tretarbeit fest auflag und sein Oberkörper in Ruhe blieb. Der rechte Arm wurde durch Unterlage von Plastikkissen in eine entspannte Beugehaltung von etwa 45° und halber Pronationsstellung gebracht und in dieser Stellung leicht fixiert. Somit wurde eine Anspannung des Arms unter Belastung weitgehend verhindert. Es wurde ferner besonders darauf geachtet, dass sich die Einstichstelle für die Kanüle stets unterhalb der Vorhofhöhe befand. Die Belastung erfolgte mit Hilfe des Ergometers der Fa. DARGATZ.

Für die Untersuchung in Seitenlage nach der Methode von GAUER und SIEKER 6 wurde der Patient auf einem eigens für diesen Zweck konstruierten Brett in eine ruhige rechte Seitenlage gebracht. Das Brett war mit einer Schaumgummimatratze bedeckt und wies am Kopfende eine kastenförmige Erhöhung auf, die bewirkte, dass der Kopf ohne Abbiegung im Hals aufgelegt werden konnte, die Schultern aber in Körperniveau gelagert blieben.

An der rechten Seite des Brettes befand sich eine runde Einkerbung, die es ermöglichte, den rechten Arm ohne Muskelanspannung schlaff herunterhängen zu lassen. Damit der Arm auch unter Belastung in seiner ruhigen Lage blieb, war in entsprechender Höhe ein Griff angebracht. Der Patient wurde angewiesen, während der Belastung den Griff ohne besondere Kraftanstrengung mit der Hand zu umfassen. Zur Belastung in Seitenlage wurde das Fahrradergometer um 90° gedreht. Während der Bestimmung der Ruhewerte lag der Patient in ruhiger rechter Seitenlage mit herunterhängendem rechten Arm. Das linke Bein lag dabei entweder ohne Kraftanstrengung auf dem Ergometer oder war in leichter Beugestellung nach rückwärts gelagert. Damit diese ruhige Körperhaltung auch während der Tretarbeit erhalten blieb, wurde dem Patienten ein Gurt über die linke Schulter gelegt und vorne am Ergometer befestigt.

Sowohl bei der Untersuchung in Rückenlage wie bei der in rechter Seitenlagerung wurde eine Kanüle in die Vena cubitalis eingelegt, die über einen mit physiologischer Kochsalzlösung luftleer gefüllten Polyäthylenschlauch mit dem Druckelement der Fa. STATHAM, Modell P 23 Db, in Verbindung stand. Die Druckverstärkung erfolgt mittels eines HELIGE-Trägerfrequenzmessverstärkers; die Registrierung mit einem HELIGE-Cardioscript-Photoschreiber. Mit Hilfe eines Dreivegehahnes bestand die Möglichkeit, die Kanüle durchzuspülen und sie so während einer längeren Untersuchungsdauer durchgängig zu halten.

Die Bestimmung des intrathorakalen Druckes erfolgte in Anlehnung an die Methode von KNEBEL und WICK ⁹, allerdings ohne röntgenologische Kontrolle der Lage des Katheters. Verwandt wurde ein älterer, weichgewordener Courmand-Herzkatheter. Dieser wurde durch die Nase so eingeführt, dass die Spitze in Höhe des unteren Drittels des Oesophagus zu liegen kam. Er wurde mit einem zweiten Druckelement der Fa. STATHAM, Modell P 23 Db, in Verbindung gebracht. Verstärkung und Registrierung erfolgten wie beim Venendruck. Als Bezugshöhe sowohl für den venösen als auch für den intrathorakalen Druck diente die Höhe des rechten Vorhofes, der 5 cm unter dem Sternum zwischen 2. und 3. Rippe angenommen wird. Für Patienten mit Emphysemthorax wurden 7 cm gerechnet. Nach jeder Untersuchung wurde die Höhe der Druckelemente und die Höhe des rechten Vorhofes zueinander in Beziehung gesetzt und ihre Differenz als Korrektur in die Druckmessungen eingesetzt.

Die Untersuchung selbst verlief wie folgt: Zunächst wurde der zu Untersuchende für etwa eine Stunde bequem und warm zugedeckt auf das Untersuchungsbett gelagert. Es wurden somit Grundumsatzbedingungen geschaffen, die zu möglichst genauen absoluten Ruhewerten führen sollten. Nach Messung der Ruhewerte erfolgte die Belastung des Patienten wie bereits oben geschildert mit einem Fahrradergometer, wobei der Oberkörper des zu Untersuchenden in ruhiger Rück-

ken- bzw. Seitenlage verharnt. Die Arbeitsleistung betrug durchschnittlich 30-40 Watt in der Minute. Die Belastungszeit betrug bei Gesunden 10 Minuten, bei Insuffizienten 2-6 Minuten. Nach Ende der Belastung nahm der Patient sofort wieder die gleiche Ruhehaltung wie im Anfang ein. Die Abfallrate des Venendruckes wurde laufend registriert, bis der Ruhevenendruck wieder erreicht war, wobei dem Halbminutenwert besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Mehrfach wurde beim gleichen Patienten in Rücken- und Seitenlage in Verbindung mit dem oesophagealen Druck hintereinander bestimmt.

ERGEBNISSE

I. GLEICHZEITIGE MESSUNGEN DES PERIPHEREN VENENDRUCKES UND DES OESOPHAGUSDRUCKES

Zunächst sollen einige Beispiele entsprechender Messungen besprochen werden, deren Kurvenverläufe in Abbildung 1-4 ersichtlich sind.

Abbildung 1 Patient W. Wi. ♂ 27 J.

Die Kurve ist eine Pause einer Originalkurve. Sie zeigt atmungsabhängige Schwankungen des Venendruckes, die je nach Stärke der Belastung verschieden hoch ausfallen. In Ruhe betragen diese Schwankungen nur 1 mm Hg. Unter leichter Belastung werden die Druckschwankungen des Oesophagusdruckes nicht wesentlich grösser, auch die Atemfrequenz bleibt gleich, dagegen nehmen die atemsynchronen Schwankungen des Venendruckes deutlich zu und betragen jetzt 2 mm Hg. Dabei ist der Venendruck insgesamt etwas angestiegen, wie das unter Belastung auch bei Herzgesunden der Fall sein kann. Unter stärkerer Belastung nehmen die atemsynchronen Schwankungen des Venendruckes noch weiter zu und betragen jetzt bis 3 mm Hg. Dieser Befund ist nicht regelmässig zu erheben. Allgemeine Schlüsse daraus zu ziehen, ist also nicht erlaubt. Immerhin kann man annehmen, dass durch den erhöhten venösen Rückstrom unter Belastung und durch die dadurch bedingte bessere Füllung der Venen die Veränderungen des zentralen Venendruckes besser in die Peripherie projiziert werden.

Es ist aber auch möglich, dass dieser Unterschied nicht auf der Dämpfung bzw. Entdämpfung der Peripherie gegenüber dem Zentrum beruht, sondern dass

diese Veränderungen auch direkt im zentralen Venendruck ablaufen. Dies kann man deshalb annehmen, weil bei simultaner Registrierung des Oesophagusdruckes und des zentralen Venendruckes die atemsynchronen Schwankungen bei den einzelnen Individuen verschieden stark auftreten können (HOLMGREN 7, KNEBEL und WICK 9). Es ist noch nicht geklärt, ob man aus diesen Ergebnissen den Schluss ziehen kann, dass der transmurale Druck bei verschiedenen Individuen während einer Atmungsphase verschieden stark schwankt.

Für unsere Untersuchung ist jedenfalls der Schluss zu ziehen, dass mittels der simultanen Registrierung von peripherem Venendruck und Oesophagusdruck Rückschlüsse auf den transmuralen zentralen Venendruck nicht gezogen werden können. Wir haben deshalb unser Augenmerk darauf gerichtet, ob im Übergang von Belastung zur Erholung und während der Erholungsphase deutliche Veränderungen des mittleren Oesophagusdruckes (Erklärung siehe unten!) eintreten und somit eine mehr oder weniger starke Einwirkung auf den Verlauf des Venendruckes in der Erholungsphase nehmen können, d. h. ob der Venendruckabfall nach Belastung zum Teil vom intrathorakalen Druck mitbeeinflusst wird.

Die entsprechenden Messungen haben gezeigt, dass dies in der Regel nicht der Fall ist. Ein typisches Beispiel ist in Abbildung 2 dargestellt.

Abbildung 2a
Patient F. Se. ♂ 65 J.

ist ebenfalls eine Pause eines Versuches bei einem Patienten ohne Herzinsuffizienz. Die Oesophagusdruckkurve zeigt im Druck Unruhen und gleich nach Tretbeginn eine Druckschwankung durch einen Spasmus. Diese Druckschwankung darf nicht verwechselt werden mit dem bei Tretbeginn und nach Tretende für einige Sekunden geschriebenen sogenannten Normaldruck. Dieser Normaldruck gibt sämtliche entstehende Schwankungen naturgetreu wieder und wurde hier vor allem auch als Markierungszeichen benutzt. Beim übrigen Teil des Druckverlaufes, sowohl des Oesophagusdruckes wie des Venendruckes, ist der Mitteldruck registriert. Dieser entsteht durch Einschaltung einer Dämpfung im Apparat, die die schnellen Schwankungen ausschaltet und somit eine leichtere Ablesung der mittleren Druckwerte ermöglicht. Der Oesophagusdruck bleibt in Ruhe und während der Tretarbeit ungefähr auf gleicher Höhe und fällt nach Ende der Belastung nur geringfügig, nämlich um etwa 1 mm Hg^{+) ab. Unter Belastung werden die durch die Atmung hervorgerufenen Druckschwankungen des Oesophagusdruckes schneller, nach Ende der Belastung wieder langsamer. Auch der periphere Venendruck zeigt atemsynchrone Schwankungen. Unter Belastung steigt er deutlich an, um nach Ende der Belastung, wie regelmässig zu beobachten war, rasch wieder zum Ruhewert abzufallen, den er nach 30 Sekunden wieder erreicht.}

^{+) entsprechend 13,5 mm H₂O}

Die Abbildung 2b zeigt die gleiche Kurve in ihrer graphischen Auswertung. Um die einzelnen Schwankungen besser hervortreten zu lassen, wurden sämtliche Druckwerte in mm Wasser umgerechnet. Ausserdem wurde der korrigierte Venendruck eingezeichnet. Hierunter verstehen wir den errechneten Differenzwert von Venendruck und Oesophagusdruck. Der korrigierte Venendruck verläuft praktisch parallel zum unkorrigierten Venendruck. Der Oesophagusdruck bewegt sich, wie wir bei den meisten Untersuchungen feststellen konnten, ständig um etwa - 20 mm Wasser.

Abbildung 3
Patient F. Pe. ♂ 50 J.

ist wiederum eine Pause einer Originalkurve. Sie zeigt die Messungen des peripheren Venendruckes und des Oesophagusdruckes unter Belastung bei einem Herzinsuffizienten ohne Lungenkrankheiten oder wesentliches Emphysem. Der Oesophagusdruck zeigt starke in- und expiratorische Schwankungen sowie starke Unruhen durch mehrere Spasmen. Der mittlere Oesophagusdruck bleibt aber während und nach Belastung im wesentlichen gleich. Beim peripheren Venendruck zeigt sich unter Belastung ein starker Druckanstieg, der nach Ende der Belastung nur stark verzögert wieder abfällt. Der Halbminutenwert beträgt noch 14 mm Hg, der eine Minute nach Ende der Belastung gemessene Wert ebenfalls. Auch der Ruhevenendruck weist mit 9 mm Hg eine deutliche Erhöhung auf. Beim Durchspülen der Kanüle mit physiologischer Kochsalzlösung findet eine vorübergehende leichte Erhöhung des Druckes im registrierenden System statt.

Abbildung 4
Patient M. Ba. ♂ 72 J.

Auch hierbei handelt es sich um eine Pause einer Originalkurve. Sie zeigt die gleichen Messungen bei einem Patienten mit dekompensiertem Cor pulmonale, schwerem Emphysem, spastischer Bronchitis und daraus resultierender schwerer respiratorischer Insuffizienz. Bei diesem Patienten wurden zwei Messungen durchgeführt: eine vor Beginn der Behandlung, die andere nach vierzehntägiger Digitalisierung (Digitoxin). In beiden Kurven weist der Oesophagusdruck grosse in- und expiratorische Amplituden auf. Vor und nach Behandlung zeigt der Oesophagusdruck praktisch ein gleiches Verhalten. Die Veränderungen sind während und nach Belastung nur geringfügig und betragen 1-2 mm Hg. Der periphere Venendruck zeigt vor der Behandlung eine deutliche Erhöhung des Ruhevenendruckes, er steigt unter Belastung stark an, um nach Ende der Belastung stark verzögert wieder abzufallen. Der Halbminutenwert beträgt etwa 12 mm Hg.

Nach vierzehntägiger Digitalisierung zeigt sich eine weitgehende Normalisierung der Venendruckverhältnisse. Der Ruhevenendruck ist um etwa 4 mm Hg gesunken und der Venendruckanstieg unter Belastung deutlich verringert. Vor allem ist die Abfallrate nach Ende der Belastung wesentlich kürzer, so dass der Ruhewert bereits 1 1/4 Minuten nach Ende der Belastung wieder erreicht ist. Der Halbminutenwert beträgt jetzt nur noch 1 mm Hg; er ist also nicht mehr pathologisch.

Insgesamt wurden 14 Patienten untersucht. Davon hatten 11 während Belastung und in der Erholungsphase einen gleichbleibenden Oesophagusdruck. Bei 3 Patienten war während der Belastung ein leichter Abfall des Oesophagusdruckes festzustellen, der jedoch in der Erholungsphase regelmässig wieder auf seinen ursprünglichen Wert anstieg. Als Schlussfolgerung dieser Untersuchungen kann gesagt werden, dass der Oesophagusdruck in der Regel keine wesentlichen Veränderungen während oder nach Belastung aufweist. Der Venendruckabfall nach Ende der Belastung kann also nur in seltenen Fällen durch Veränderungen des intrathorakalen Druckes mitbeeinflusst sein.

II. VERGLEICHENDE MESSUNGEN IN SEITEN- UND RÜCKENLAGE

Bei 6 Patienten wurde unmittelbar hintereinander zuerst in Seitenlage, anschliessend in Rückenlage belastet und hierbei der Venendruck bestimmt. Es handelte sich bei diesem Personenkreis um zwei herzgesunde Versuchspersonen, eine fraglich insuffiziente Patientin sowie drei Patienten mit klinisch gesicherter Rechtsinsuffizienz des Herzens. Bei einer Patientin dieser letzten Personengruppe wurde der Venendruck nach vierzehntägiger Digitalisierung nochmals bestimmt. Folgende Venendruckkurven seien angeführt:

Abbildung 5 Patientin J. Ma. ♀ 22J.

Diese Abbildung ist die graphische Auswertung einer Originalkurve. Es handelt sich hierbei um die Kurve einer herzgesunden Versuchsperson. Der Venendruck zeigt in Seiten- und Rückenlage einen gleichartigen Verlauf. Wir finden in beiden Kurven zu Beginn der Belastung einen Anstieg des Venendruckes, der gegen Ende der Belastung bereits etwas absinkt. Der Halbminutenwert nach Ende der Belastung liegt sowohl in Seiten- wie in Rückenlage unter dem Ruhevenendruck, um diesen nach etwa 1 Minute wieder zu erreichen, ein Befund, den wir bei jungen herzgesunden Personen in mehreren Fällen beobachten konnten.

Abbildung 6
Patientin M. Fr. ♀ 64 J.

Die Abbildung zeigt die Venendruckkurve einer fraglich insuffizienten Patientin. Unter Belastung steigt sowohl in Seiten- wie in Rückenlage der Venendruck steil an, um in beiden Fällen nach Ende der Belastung wieder rasch zum Ruhewert zurückzukehren. Der 15-Sekundenwert nach Belastungsende liegt bereits in gleicher Höhe wie der Ruhewert, der Halbminutenwert wieder in Höhe des Ruhe-Venendruckes. Der Anstieg des Venendruckes unter Belastung in Seitenlage beträgt bei dieser Patientin etwa das Doppelte als in Rückenlage. Der höhere Anstieg während Belastung ist jedoch nicht typisch für die Seitenlage. Es konnte vielmehr gelegentlich beobachtet werden, dass bei wiederholten Belastungen der Venendruckanstieg bei der zweiten oder dritten Belastung nicht mehr so hoch war wie bei der ersten Belastung.

Abbildung 7
Patient F. Pe. ♂ 50 J.

Hierbei handelt es sich um einen pathologischen Venendruckverlauf bei einem Patienten mit Herzinsuffizienz. Die Kurven verlaufen in Seiten- und Rückenlage gleichsinnig. In beiden Fällen finden wir unter Belastung einen hohen Anstieg des Venendruckes. Der Venendruckabfall nach Ende der Belastung verläuft in beiden Kurven stark verzögert.

Abbildung 8
Patientin A. Fi. ♀ 55 J.

Diese Venendruckkurve stammt ebenfalls von einer herzinsuffizienten Patientin. Diese wurde insgesamt zweimal jeweils in Seiten- und Rückenlage belastet: einmal vor Beginn der Behandlung, dann nach vierzehntägiger Glykosidtherapie (Digitoxin). Im ersten Falle liegt der Venendruckanstieg über den Ruhewert während der Belastung in Rückenlage um 20-30 mm H₂O höher als in Seitenlage. Wir finden sowohl in Seiten- wie in Rückenlage einen stark verzögerten Venendruckabfall.

Nach vierzehntägiger Glykosidtherapie zeigt sich in Seiten- wie in Rückenlage eine weitgehende Normalisierung des Venendruckes. Der Venendruck fällt nach Belastungsende wesentlich schneller auf seinen Ruhewert ab. Der Halbminutenwert beträgt in Rückenlage genau 15 mm H₂O Erhöhung über den Ruhevenendruck, in Seitenlage liegt er bereits etwas unter diesem Wert. In beiden Fällen ist der Ruhewert 2 1/2 Minuten nach Ende der Belastung wieder erreicht. Der Venendruckanstieg unter Belastung hat in Rückenlage geringfügig abgenommen, in Seitenlage dagegen ist er ein wenig angestiegen.

Abbildung 9

zeigt die Venendruckabfallraten in Seiten- und Rückenlage von 6 Patienten mit und ohne Rechtsinsuffizienz. Von der Patientin Fi., die eine klinisch manifeste Rechtsinsuffizienz aufwies, wurden hierbei zwei Druckkurven eingezeichnet; die eine wurde vor Beginn der Behandlung, die andere nach vierzehntägiger Digitalisierung (Digitoxin) registriert. Ausserdem wurde die Mittelwertskurve eingezeichnet. Um alle Abfallraten in ein Koordinatensystem zu bringen, wurde nicht die absolute Höhe des Venendruckes sondern die Venendruckerrhöhung über den Ruhewert (Δ VD) zu den einzelnen Zeitpunkten der Erholungsphase eingetragen.

Tabelle I

gibt die entsprechenden Werte in Tabellenform wieder.

Aus Abbildung 9 und Tabelle I wird ersichtlich, dass die Normalisierung der erhöhten Venendrucke während der Erholungsphase in Seiten- und Rückenlage weitgehend übereinstimmend verläuft. Der Verlauf der beiden Mittelwertskurven deckt sich sogar nahezu. Der Unterschied zwischen den 3 suffizienten und den 3 insuffizienten Patienten wird aber in Seitenlage deutlicher als in Rückenlage, wo die einzelnen Halbminutenwerte mehr auseinandergezogen sind. Der Grenzwert von 15 mm Wasser 10 wird jedoch in Seitenlage nur bei den Messungen überschritten, bei denen dies auch in Rückenlage der Fall ist. Der deutlichere Venendruckabfall unter den Ruhewert in Rückenlage ist wohl durch allgemeine Änderungen des Gefässtonus oder der Venenfüllung zu erklären, die im seitwärts aufgelegten, ruhenden Arm besser registriert werden können als im herunterhängenden Arm mit seiner prallen Venenfüllung. Ein Teilkollaps der Vene zwischen Messstelle und Zentrum kann hierbei jedenfalls keine Rolle spielen, sonst hätte übereinstimmend bei sämtlichen Messungen in Rückenlage ein höherer Halbminutenwert als in Seitenlage gefunden werden müssen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass in allen Fällen, in denen beim gleichen Patienten der Venendruck unmittelbar hintereinander in Seiten- und Rückenlage bestimmt worden ist, zwar im Verhalten während Belastung in einzelnen Fällen Unterschiede bestehen. In der Erholungsphase -speziell im Halbminutenwert, der ja für die Beurteilung des Venendruckes ausschlaggebend ist - waren dagegen keine Unterschiede im Verlauf der Drucke zu finden. Im einzelnen bewegte sich der Halbminutenwert bei der fraglich insuffizienten Patientin Fr. sowohl in Seiten- wie in Rückenlage um den Ruhewert. Bei den herzinsuffizienten Patienten Pe., Ob. und Fi. war er deutlich erhöht. Bei den jungen herzgesunden Versuchspersonen Ma. und Tr. lag der Halbminutenwert übereinstimmend etwas unter dem Ruhevenendruck.

III. MESSUNGEN ZUM VERGLEICH KLINISCH UNTERSCHIEDLICHER GRUPPEN

Nachdem die Brauchbarkeit der Belastungsvenendruckmessung in Rückenlage durch die vorstehenden Versuche erhärtet war, sollte nachgeprüft werden, ob durch die genaueren Venendruckmessmethoden mittels der direkten Registrierung durch Druckelemente die früher beschriebenen Venendruckmessungen 10 bestätigt werden konnten. Diese wurden seinerzeit nur mit Hilfe eines einfachen Wasser-Steigrohres durchgeführt.

In Abbildung 10, 11 und 12 sind Mittelwertskurven der Venendruckabfallraten von insgesamt 33 Patienten dargestellt. Sie sind eingeteilt in Gruppen von Herzgesunden, fraglich Insuffizienten und Patienten mit einer klinisch manifesten Herzinsuffizienz.

Bei Herzgesunden ist die Erhöhung des Venendruckes über den Ruhewert am Ende der Belastung nur gering. Der für den Venendruckabfall repräsentative Halbminutenwert liegt deutlich unter dem Ruhewert, um erst 3/4 Minute nach Ende der Belastung wieder den Ruhewert zu erreichen. Dies Verhalten wurde früher ebenfalls schon beobachtet (KÖNIG und ZÖLLNER 10).

Bei den Personen mit fraglicher Insuffizienz liegt der Venendruck am Ende der Belastung höher als bei den Herzgesunden. Im Halbminutenwert wird der Ruhevenendruck erreicht, der auch die weitere Erholungsphase hindurch ziemlich konstant gehalten wird.

Bei den Herzinsuffizienten liegt der Venendruck am Ende der Belastung 120 mm H₂O über dem Ruhevenendruck. Der Venendruckabfall verläuft verzögert, so dass der Ruhevenendruck 15 Minuten nach Ende der Belastung erst knapp erreicht ist. Der Halbminutenwert ist deutlich erhöht; er beträgt 54 mm H₂O.

Es konnte also gezeigt werden, dass zwischen Herzgesunden und fraglich Insuffizienten einerseits und herzinsuffizienten Patienten andererseits im Halbminutenwert, wie auch im gesamten Venendruckabfall nach Belastung ein signifikanter Unterschied besteht.

Es konnte gezeigt werden, dass der Oesophagusdruck in der Regel während Belastung und in der daran anschliessenden Erholungsphase keine wesentliche Änderung gegenüber seinem Ruhewert erfährt. Er bewegt sich in der Regel während der gesamten Messung gleichförmig um seinen Ruhedruck. Während und nach Belastung ändert sich der mittlere intrathorakale Druck also bei der von uns gewählten Belastung nicht, wie dies bei der verstärkten Atmung unter Belastung denkbar wäre, zumal in den Fällen, bei denen ein Emphysem und Cor pulmonale vorlagen. Der im unteren Drittel des Oesophagus gemessene Druck kann nach FRY und Mitarbeiter 4 dem Umgebungsdruck des Herzens und der grossen Gefässe gleichgesetzt werden. Eine Beeinflussung des Venendruckverlaufes bei Belastung durch den intrathorakalen Druck ist demnach nicht anzunehmen.

Die jeweils beim gleichen Patienten vorgenommenen vergleichenden Venendruckmessungen in Seiten- und Rückenlage ergaben, dass der Venendruck während Belastung in der Regel in Seiten- und Rückenlage ein gleiches Verhalten aufwies. Vor allem der Druckabfall nach Ende der Belastung war in Seiten- und Rückenlage nahezu völlig gleich. Dies geht eindrucksvoll aus den beiden Mittelwertskurven der Abfallraten hervor, die sich nahezu decken. Die Venendruckbestimmung in Seitenlage nach der Methode von GAUER und SIEKER 6 ist genauer, weil durch den herabhängenden rechten Arm eine konstante Flüssigkeitssäule von der Vena cubitalis bis zum rechten Vorhof geschaffen wird und Fehlerquellen der Rückenlage wegfallen. So wird vor allem ein Kollabieren der Venen verhindert. Die Messung und Belastung ist in Rückenlage aber einfacher und bei einem grösseren Patientenkreis durchführbar. Durch die Vergleichsmessungen sollte nun die Brauchbarkeit der einfacheren Methode unter Beweis gestellt werden.

Auf Grund dieser methodischen Ergebnisse wurden mit der genaueren Registrierung mit elektrischen Druckelementen die Messungen, die 1957 von KÖNIG und ZÖLLNER 10 an verschiedenen Patientengruppen mit Hilfe eines einfachen Wasser-Steigrohres durchgeführt worden sind, in kleinerem Umfang wiederholt. Dabei ergaben sich keine Abweichungen gegenüber den damals beschriebenen Messergebnissen.

Der Bestimmung des Belastungsvenendruckes kommt als Herzfunktionsprüfung eine praktische Bedeutung zu. Eine direkte Bestimmung des rechten Vorhofdruckes ist nur durch Einlegen eines Herzkatheters möglich. Dieser Eingriff ist aber nur bei strenger Indikation möglich. In der Bestimmung des Belastungsvenendruckes ist eine Methode gefunden, die ohne Gefahr routinemässig durchgeführt werden kann. Mit Hilfe des Belastungsvenendruckes wird

die Frühdiagnose einer Herzinsuffizienz wesentlich erleichtert. Auch die Differentialdiagnose bei Ödemen dürfte durch die Bestimmung des Belastungsvenendruckes eine Erleichterung erfahren. Ferner kann die Bestimmung des Belastungsvenendruckes dazu dienen, den Erfolg einer bestimmten Herztherapie genauer zu erfassen. Die Besserung der Venendruckverhältnisse nach Digitalisierung im Sinne eines beschleunigten Abfalls des Venendruckes zum Ruhewert nach Ende der Belastung ist bereits von ZÖLLNER und KÖNIG 18 beschrieben worden. Die Abbildung 4 dieser Arbeit stellt ein weiteres Beispiel dar. Man kann deshalb die Bestimmung des Belastungsvenendruckes auch dazu benutzen, die Wirksamkeit neuer herzwirksamer Pharmaka zu prüfen.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Durch gleichzeitige Registrierung von Venendruck und Oesophagusdruck beim gleichen Patienten während und nach Belastung konnte gezeigt werden, dass der mittlere Oesophagusdruck in der Regel keine Schwankungen aufweist sondern sich auch während Belastung und in der Erholungsphase um -20 mm H₂O bewegt. Dieser Befund war auch bei Patienten mit dekompensiertem Cor pulmonale und starker pulmonaler Dyspnoe zu erheben. Die während und nach Belastung auftretenden Venendruckveränderungen können also nur in seltenen Fällen vom intrathorakalen Druck mitverursacht sein.
2. In 6 Belastungsvenendruckbestimmungen wurde der Venendruck jeweils beim gleichen Patienten unmittelbar hintereinander in Seiten- und Rückenlage gemessen. Beim Vergleich der Einzelergebnisse und der Sammel- und Mittelwertskurven ergeben sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Kurvenverläufen der Versuche in Seitenlage und denen in Rückenlage. Die beiden Mittelwertskurven decken sich sogar nahezu. Dieser Befund bestätigt ebenfalls die Brauchbarkeit der Messung in Rückenlage.
3. Die mit Hilfe eines einfachen Wasser-Steigrohres an einem grossen Krankengut ausgeführten Belastungsvenendruckbestimmungen (KÖNIG und ZÖLLNER 10) wurden mit dem Elektromanometer in kleinerem Umfang wiederholt. Hierbei ergaben sich keine wesentlichen Unterschiede zu dem Ergebnis, dass vor allem in der Abfallrate während der Erholungsphase zwischen Suffizienten und Insuffizienten deutliche Unterschiede bestehen.

LITERATURVERZEICHNIS

1. v.BASCH: Wiener med.Presse, 911 (1904)
2. BEDFORD und WRIGHT:
Lancet, II, 106 (1924)
3. FREY: Dtsch.Arch.klin.Med. 73, 528 (1902)
4. FRY, D.L., STREAD, W.W., EBERT, R.V., LUBIN, R.J. und H.S.WELLS:
J.Lab. and Clin.Med. 40, 664 (1952)
5. GÄRTNER: Münchner Med.Wochenschr. 2038 (1903)
6. GAUER, O.H., H.O.SIEKER:
Circulation Res. 6, 74 (1956)
7. HOLMGREEN, A.:
Scand.J.Clin. and Lab.Invest. 8, Suppl. 24 pp. 1 - 97
(1956)
8. HULTGREN, H.N.:
Amer.Heart.J. 39, 592 (1950)
9. KNEBEL, R. und E.WICK:
Z.Kreislaufforsch. 46, 271 (1957)
10. KÖNIG, E. und N.ZÖLLNER:
Dtsch.Arch.klin.Med. 204, 107 (1957)
11. LANDIS, E.M. und I.C.HORTENSTINE:
Physiologic.Rev. 30, 1 (1950)
12. MORITZ, F. und D.v.TABORA:
Dtsch.Arch.klin.Med. 98, 475 (1910)
13. van NIEUWENHUIZEN, C.L.C.:
Acta med. scand. (Stockh.) 103, 171 (1940)
14. v.RECKLINGHAUSEN:
Arch.f.experimentelle Pathol. u. Pharmakol. 55, 468
(1904)
15. SCHOTT, E.: Dtsch.Arch.klin.Med. 108, 535 (1912)
16. SZEKELY, P.: Amer.Heart J. 22, 360 (1941)

17. VILLARET, ST.GIRONS und GRELLETY-BOSVIEL;
zitiert nach BEDFORD und WRIGHT.
18. ZÖLLNER, N. und E.KÖNIG;
Z.Kreislaufforsch. 47, 31 (1958)

Herrn Prof. Dr. N. Zöllner danke ich für die freundliche Überlassung des Themas und für die Stellung des Arbeitsplatzes.

Herrn Dr. E. König bin ich zu grossem Dank verpflichtet für seinen Rat und seine Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

LEBENS LAUF

Ich wurde am 20.3.1934 als einziges Kind des Textilchemikers Albert Richter und seiner Ehefrau Katharina, geb. Schwenzer, zu Krefeld geboren. Nach den Volksschuljahren, die wegen Krankheit verspätet aufgenommen und durch die Kriegsereignisse unterbrochen wurden, besuchte ich von Ostern 1946 bis zu meinem Abitur, Ostern 1955, das Städt. Neusprachl. Mädchen-gymnasium, Krefeld.

Im Herbst 1955 begann ich an der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität in Bonn mein Medizinstudium. Hier legte ich auch im Anschluss an das Sommersemester 1958 meine ärztliche Vorprüfung ab. Die klinischen Semester absolvierte ich in Innsbruck und München. Am 29.5.1962 bestand ich in München das medizinische Staatsexamen.

Seit 1. September 1962 bin ich am Kreiskrankenhaus Vilshofen (Niederbayern) als Medizinalassistentin tätig.

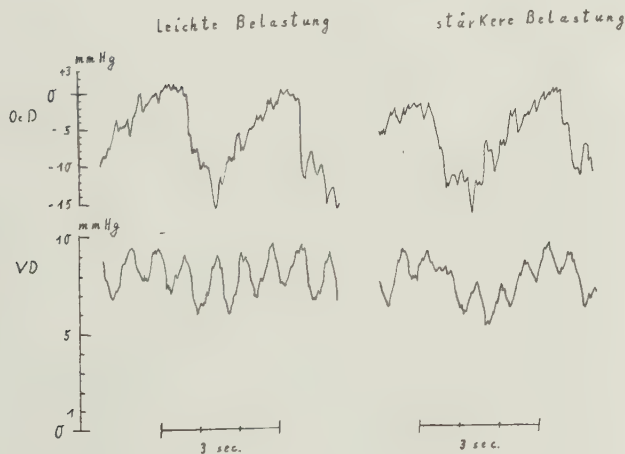
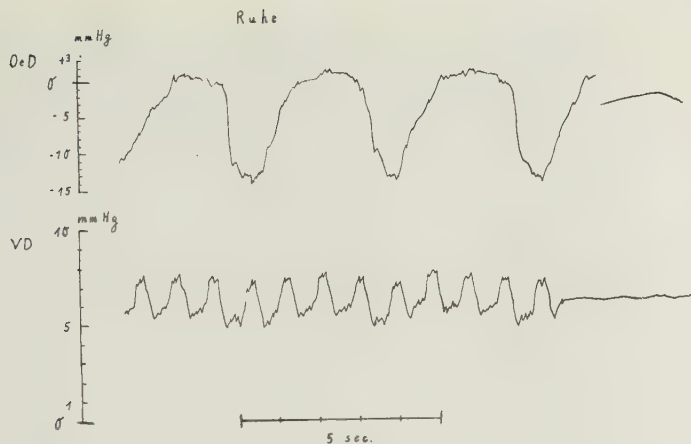


Abbildung 1

Gleichzeitige Registrierung von Oesophagusdruck (OeD) und peripherem Venendruck (VD) in Ruhe, bei leichterer und stärkerer Belastung. Oben OeD, unten VD. Rückenlage. Pause einer Originalkurve eines Herzgesunden.

F. Sc. ♂ 65 J.

Abb 2 a

Tretbeginn

Tretende

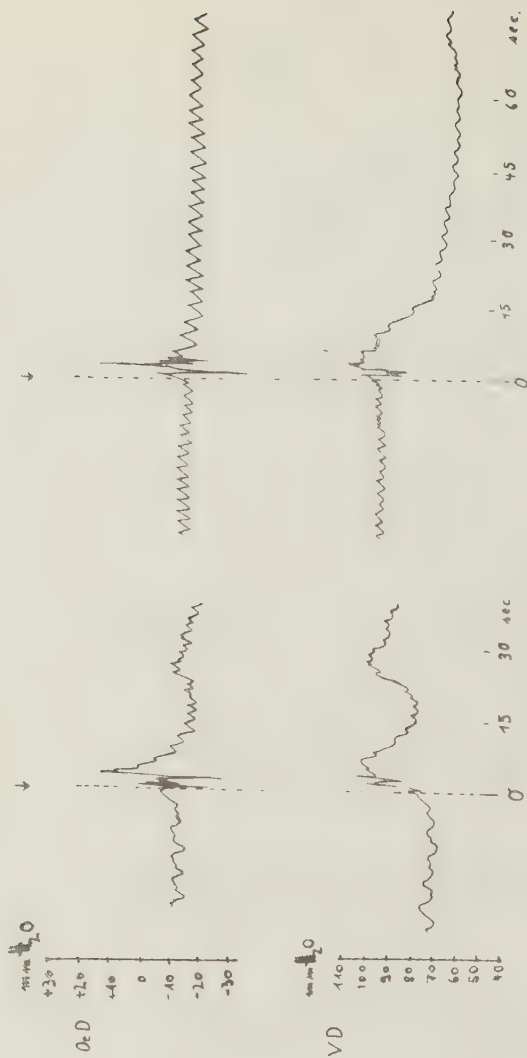


Abbildung 2a

Abgezeichnete Originalkurve eines herzgesunden Patienten. Oben Oesophagusdruck (OeD), unten Venendruck (VD). Die Kurve ist in der Mitte unterbrochen. Die Belastung dauerte 10 Minuten. Rückenlage.

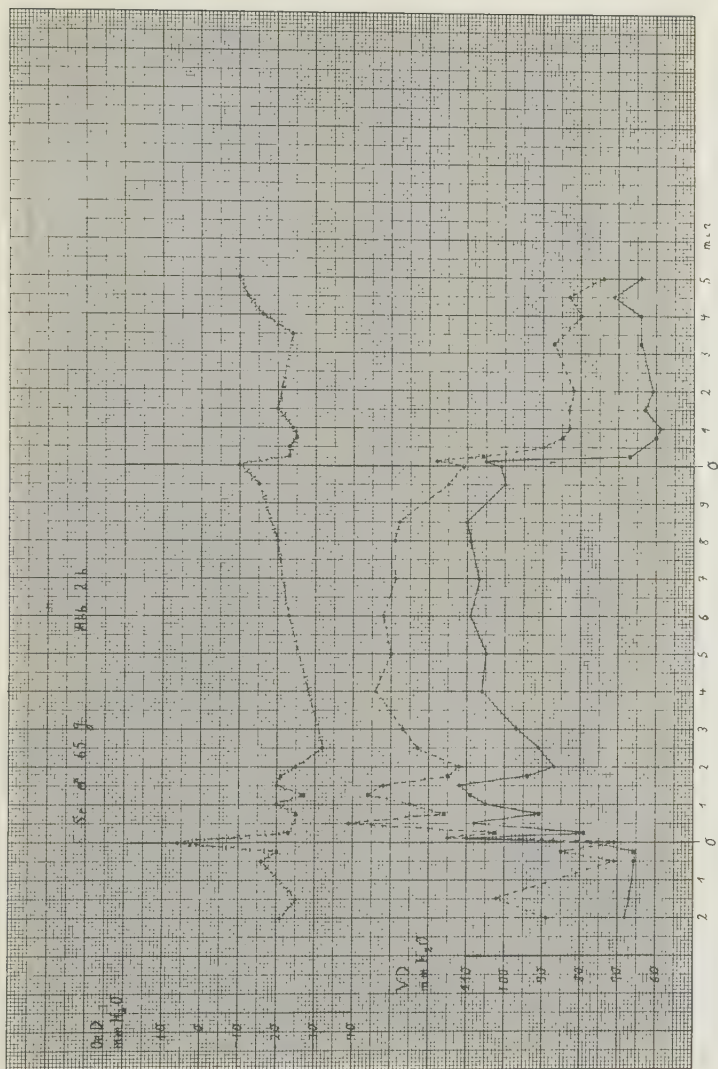


Abbildung 2b

Graphische Auswertung von 2a. Im Gegensatz zu Abbildung 2a zeigt sie auch die Gesamtzeit der Belastung. Sämtliche Druckwerte sind in mm H₂O angegeben. Rückenlage.

— = Venendruck -|-|-|-|- = Oesophagusdruck ----- = Differenzdruck

F. Pe. ♂ 50 J.

Abb. 3

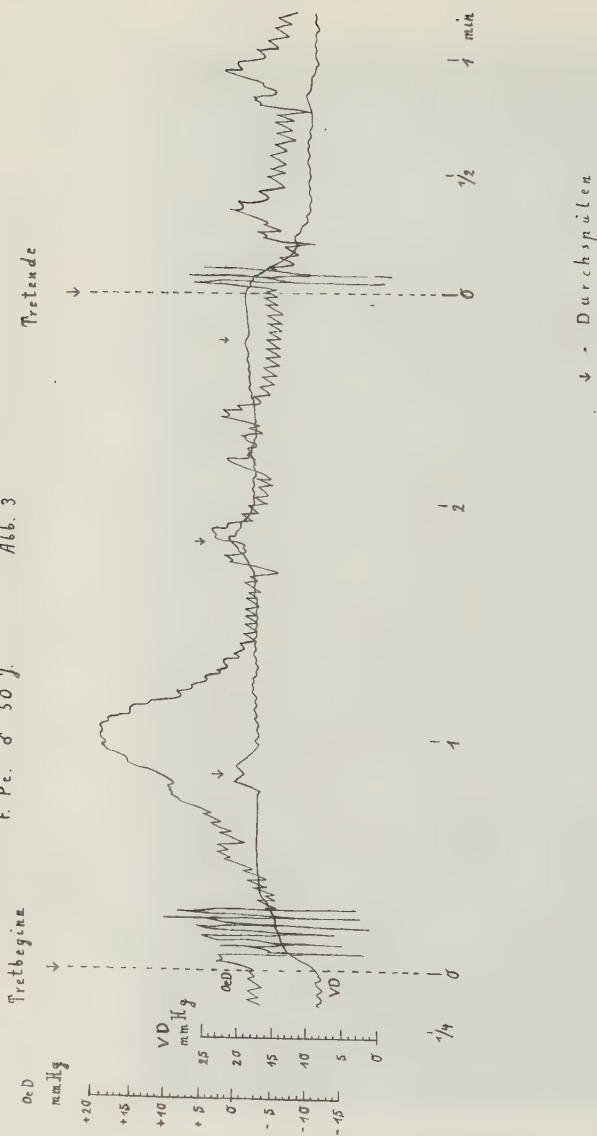


Abbildung 3

Fortlaufende Registrierung des Oesophagus- und Venendruckes bei einem Patienten mit Rechtsinsuffizienz. Rückenlage.

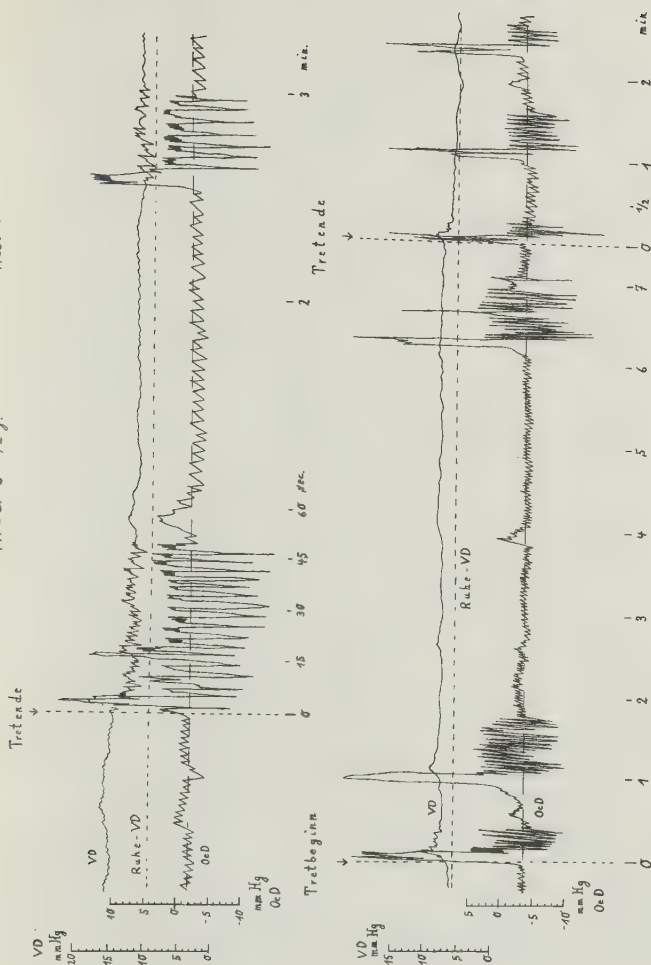


Abbildung 4

Abgezeichnete Originalkurve eines Patienten mit dekompensiertem Cor pulmonale und schwerer respiratorischer Insuffizienz. Obere Kurve vor Beginn der Behandlung. Untere Kurve nach vierzehntägiger Digitaltherapie. Die obere Kurve zeigt 2 Minuten vor und 3 Minuten nach einer Belastung, die untere Kurve den gesamten Versuchsablauf. 0 = Anfang bzw. Ende der Belastung. Die gestrichelten Linien geben in beiden Kurven das Niveau des Ruhendrucks (RW) an. Rückenlage.

3. Mär. 8. 22 J

Abb 5

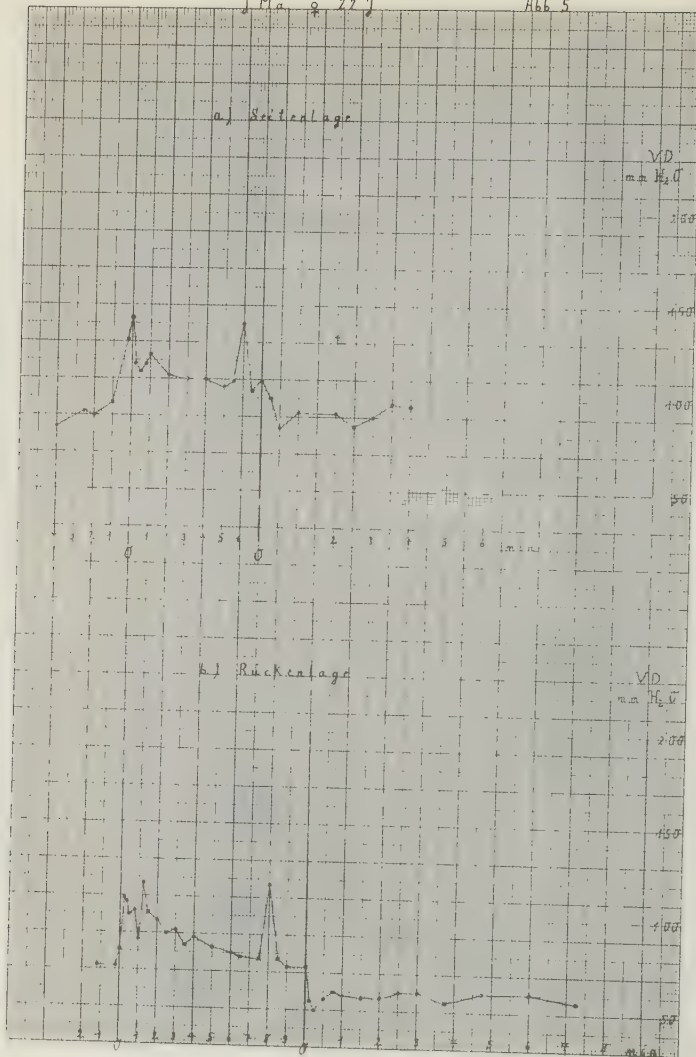
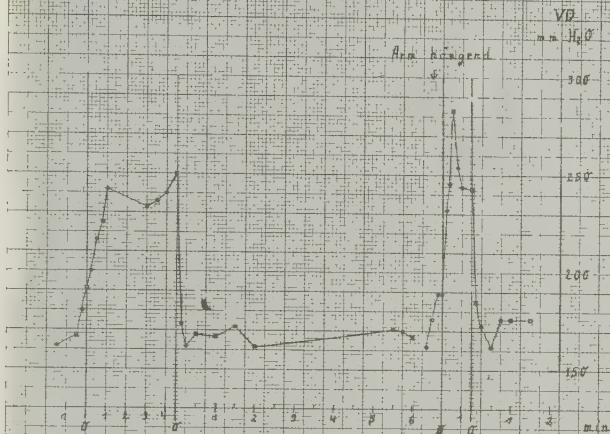


Abbildung 5

Belastungsvenendruck in Seiten- und Rückenlage bei 22jähriger herzogesunder Versuchsperson. Graphische Auswertung einer Originalkurve. Die Druckwerte sind hier, wie in allen folgenden Abbildungen, in mm H₂O umgerechnet.

a) Seitenlage



b) Rückenlage

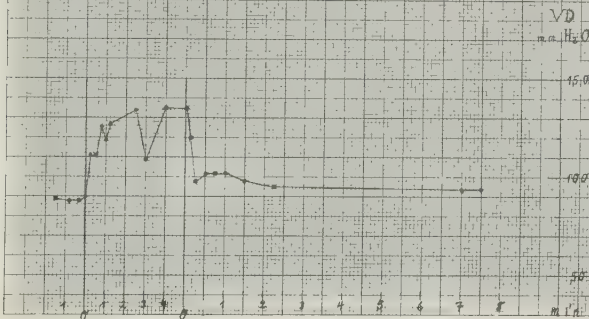


Abbildung 6

Graphische Auswertung einer Belastungsvenendruckbestimmung in Seiten- und Rückenlage bei einer Patientin mit fraglicher Herzinsuffizienz. In Seitenlage wurde zweimal belastet. O = Anfang bzw. Ende der Belastung.

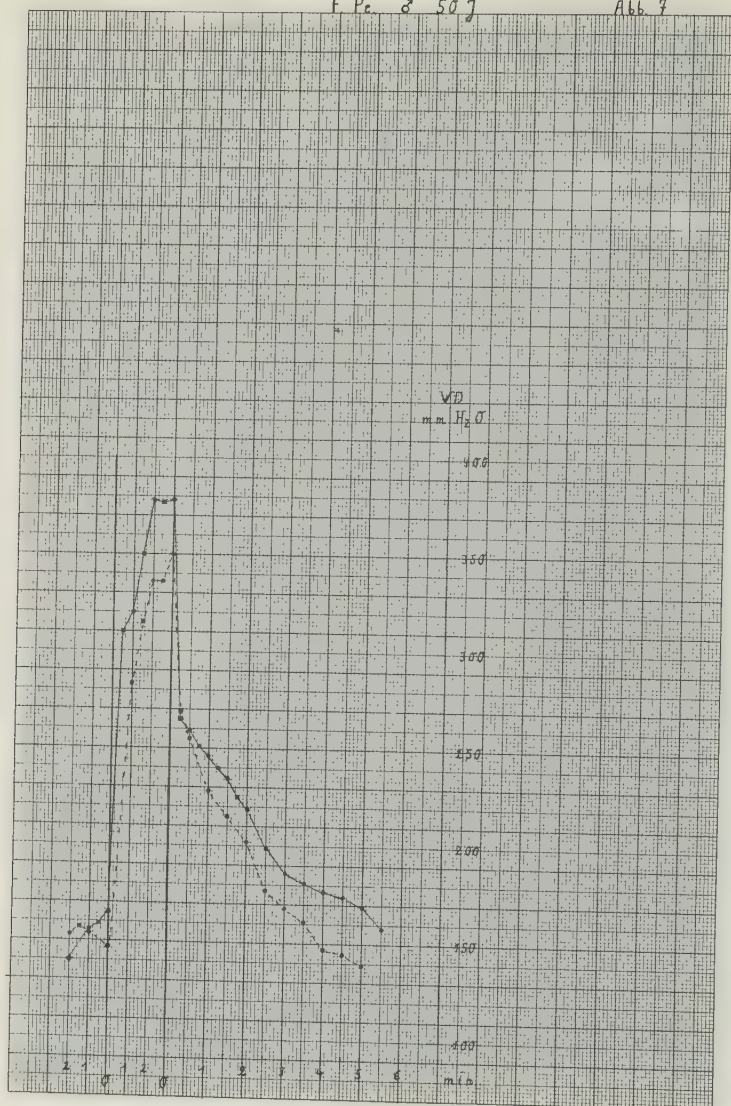


Abbildung 7

Belastungsvenendruck in Seiten- und Rückenlage bei einem Patienten mit Rechtsinsuffizienz des Herzens.

— = Rückenlage - - - - - = Seitenlage

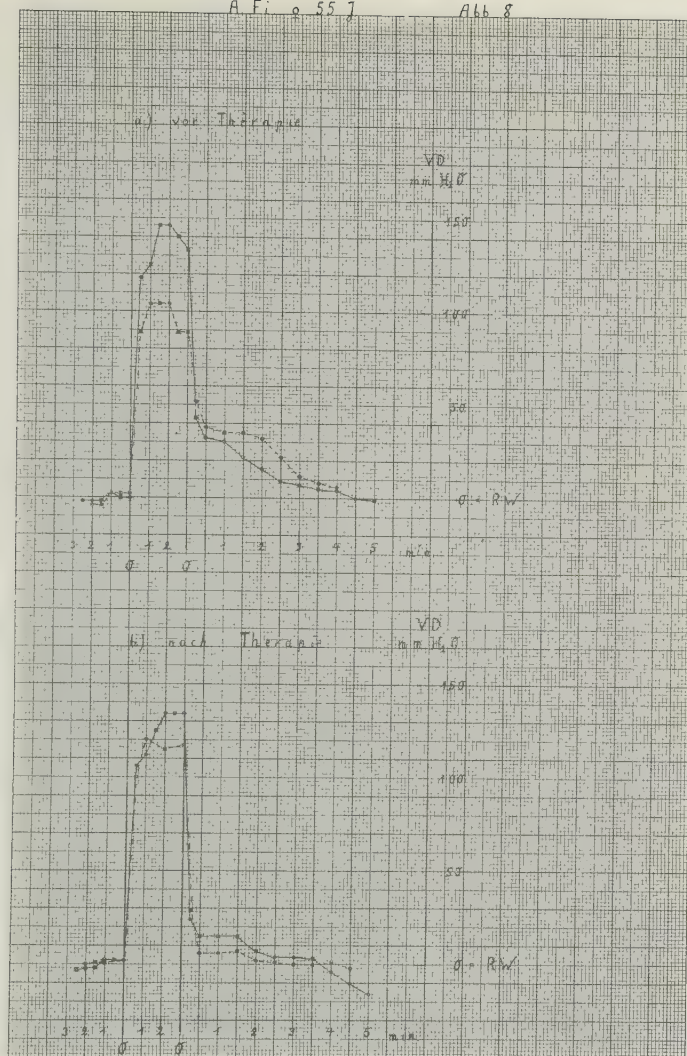


Abbildung 8

Belastungsvenendruck in Seiten- und Rückenlage bei einer Patientin mit Herzinsuffizienz. Oben vor Beginn der Behandlung, unten nach vierzehntägiger Digitalisierung (Digitoxin). Ordinate: Venendruckhöhung über den Ruhewert (RW) in mm H₂O.

— = Rückenlage - - - - - = Seitenlage

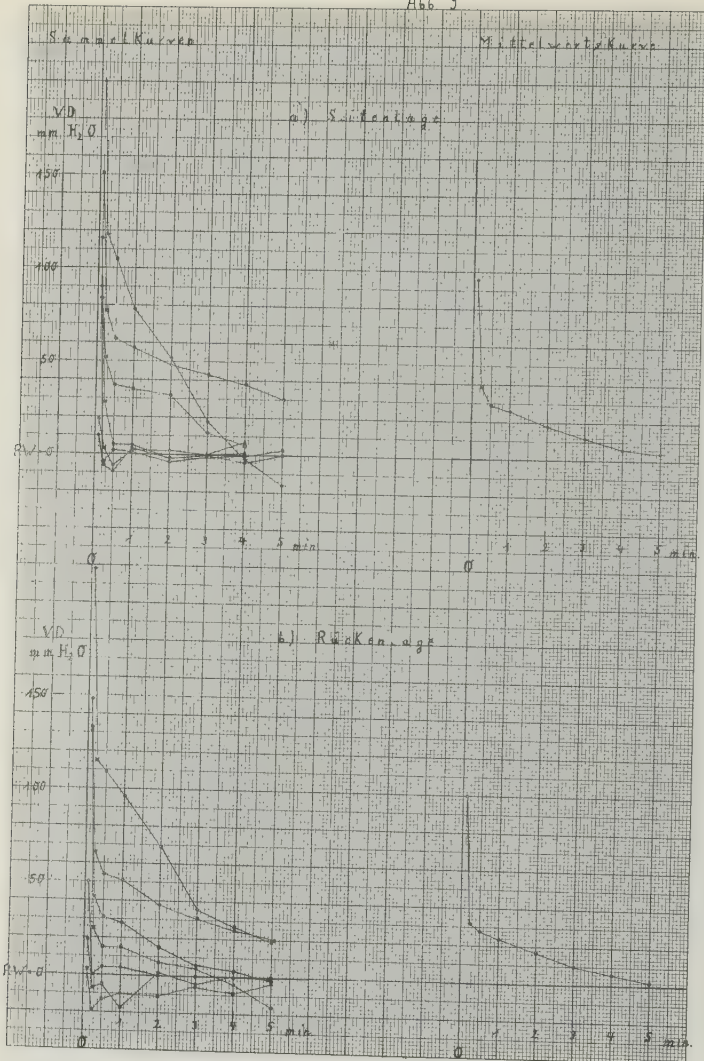


Abbildung 9

Links Sammelkurven, rechts Mittelwertskurven der Venendruckabfallraten in Seiten- und Rückenlage von 6 Patienten mit und ohne Rechtsinsuffizienz. Dabei zweimalige Belastung einer herzinsuffizienten Patientin: vor und nach Therapie. Ordinate: Venendruckerhöhung über den Ruhewert.

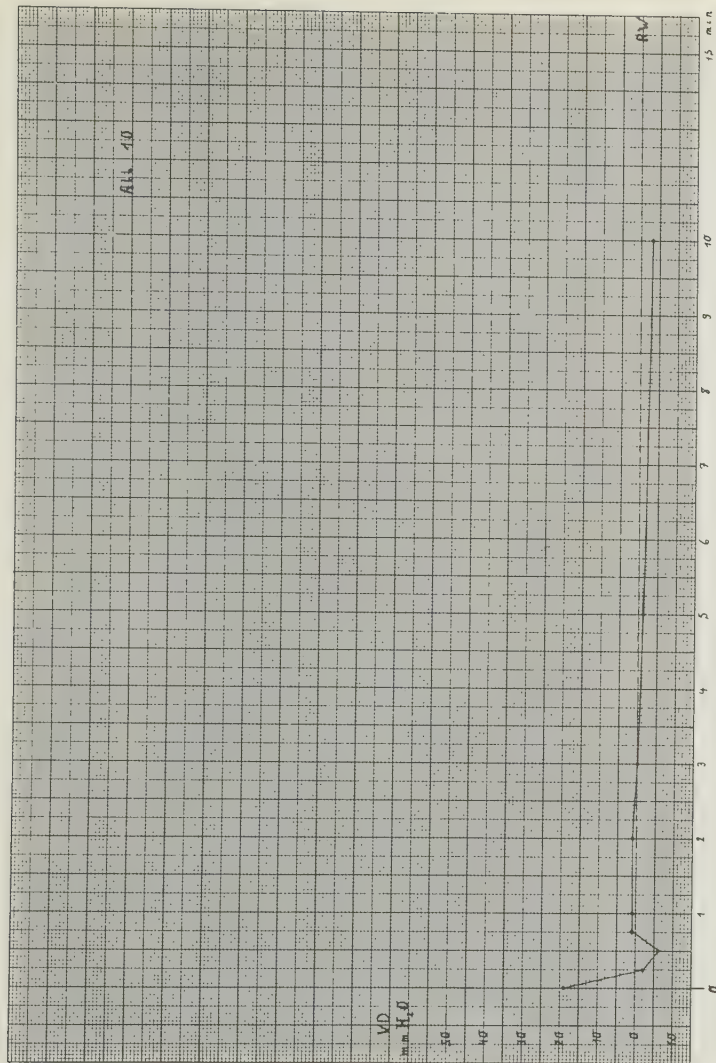


Abbildung 10

Mittelwertskurve des Venendruckabfalls nach Ende der Belastung von 21 herzgesunden Versuchspersonen. Rückenlage.

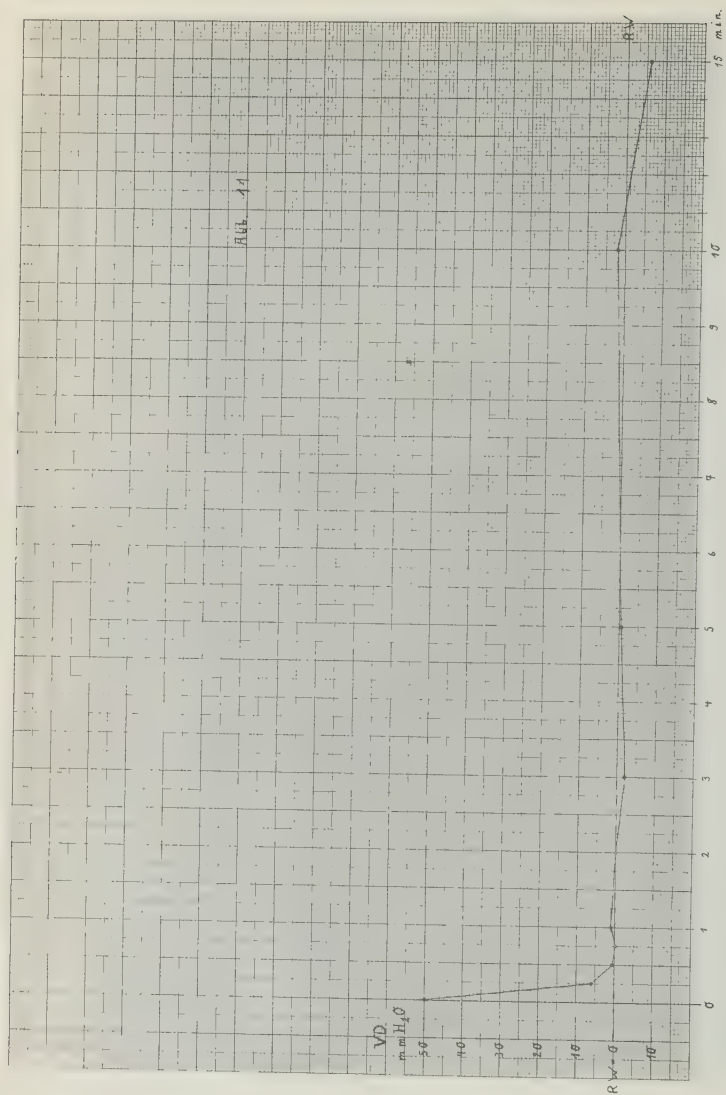


Abbildung 11

Mittelwertkurve des Venendruckabfalls nach Ende der Belastung von 14 Patienten mit fraglicher Herzinsuffizienz. Rückenlage.

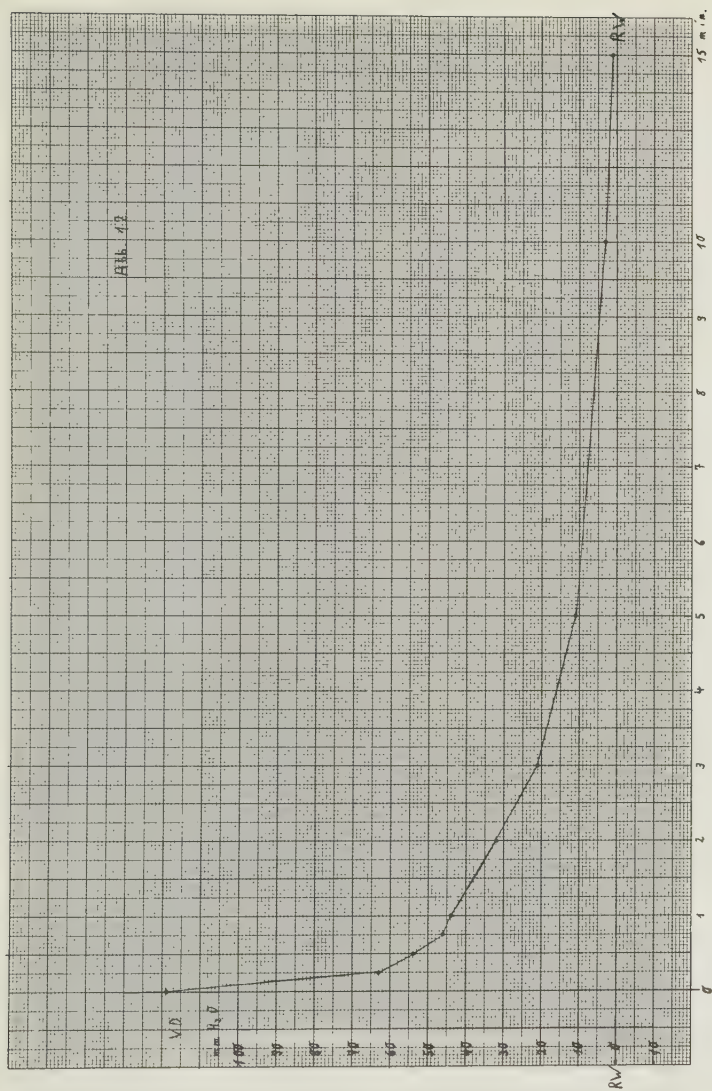


Abbildung 12

Mittelwertskurve des Venendruckabfalls nach Ende der Belastung von 8 Patienten mit klinisch gesicherter Rechtsinsuffizienz. Rückenlage.

Tabelle I

VENENDRUCKERHÖHUNG IN mm H₂O ÜBER DEN RUHEWERT (Δ VD) AM
ENDE DER BELASTUNG UND IN DER ERHOLUNGSPHASE

				min. nach Belastung							
				Ende d. Bel.	1/4	1/2	1	2	3	4	5
Fr. ♀	64 J.	S	84	-4	2	1	-4	-1	0	3	
		R	50	0	4	4	0	0	0	0	
Ma. ♀	22 J.	S	19	3	-6	2	2	0	6	-	
		R	3	-19	-13	-10	-11	-6	-9	-3	
Tr. ♂	23 J.	S	10	-5	-9	3	-2	0	-3	0	
		R	19	-7	-5	-18	1	-4	0	-1	
Pe. ♂	50 J.	S	200	119	105	78	52	18	-2	-16	
		R	218	115	109	96	69	36	27	19	
Ob. ♀	57 J.	S	151	77	62	57	48	43	38	30	
		R	148	66	54	51	38	31	25	20	
Fi. ♀	55 J. a)	S	90	52	37	35	32	12	5	-	
		R	131	42	31	28	15	6	3	-2	
Fi. ♀	55 J. b)	S	116	28	5	5	-2	0	1	-	
		R	133	25	15	15	7	4	-4	-16	

Bemerkungen:

a) = vor Behandlung

b) = nach vierzehntägiger Glykosidtherapie

S = Seitenlage

R = Rückenlage

